

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษา เรื่อง โปรแกรมพัฒนาครูแบบบูรณาการแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อสร้างทักษะการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 โรงเรียนโครงการกองทุนการศึกษา จังหวัดบุรีรัมย์ ผู้วิจัยนำเสนอเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. การจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการสะเต็ม
2. การประเมินสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้
3. การประเมินสมรรถนะด้านการจัดการเรียนการสอน
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 1. การจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการสะเต็ม

“สะเต็ม” หรือ “STEM” เป็นคำย่อจากภาษาอังกฤษของศาสตร์ 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) หมายถึง องค์ความรู้ วิชาการของศาสตร์ทั้งสี่ที่มีความเชื่อมโยงกันในโลกของความเป็นจริงที่ต้องอาศัยองค์ความรู้ต่างๆ มาบูรณาการเข้าด้วยกันในการดำเนินชีวิตและการทำงาน

คำว่า STEM ถูกใช้ครั้งแรกโดยสถาบันวิทยาศาสตร์แห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (National Science Foundation: NSF) ซึ่งใช้คำนี้เพื่ออ้างถึงโครงการหรือโปรแกรมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ อย่างไรก็ตามสถาบันวิทยาศาสตร์แห่งประเทศสหรัฐอเมริกาไม่ได้ให้นิยามที่ชัดเจนของคำว่า STEM มีผลให้มีการใช้และให้ความหมายของคำนี้แตกต่างกันไป (Hanover Research, 2011 : 5) เช่น มีการใช้คำว่า STEM ในการอ้างอิงถึงกลุ่มอาชีพที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ สำหรับประเทศไทย เมื่อศึกษาและวิเคราะห์ หลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 พบว่าในหลักสูตรได้กำหนดแนวทางการจัดการ เรียนรู้ที่เน้นผู้เรียน เป็นสำคัญโดยเฉพาะการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ ซึ่งสอดคล้องกับสะเต็มศึกษาที่หมายถึง การจัดการ เรียนรู้บูรณาการ ในที่นี้สะเต็มศึกษาจึงหมายถึงการจัดการเรียนรู้บูรณาการแบบพหุวิทยาการใน 3 สาระ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) คณิตศาสตร์ (Mathematics) การงานอาชีพและเทคโนโลยี (Occupations and Technology) เนื่องจากหลักสูตรไม่มีสาระวิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) แต่จะใช้วิธีการสอดแทรก กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering design process) เข้าไปในการออกแบบกิจกรรมการเรียน การสอนที่บูรณาการความรู้ 3 สาระดังกล่าว

STEM Education คือ การสอนแบบบูรณาข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) ระหว่างศาสตร์สาขาต่างๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science: S) เทคโนโลยี (Technology: T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineer: E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics: M) โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติวิชา วิธีการสอนของแต่ละ วิชามาผสมผสานกัน เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหา ค้นคว้า และพัฒนาสิ่งต่างๆ ในสถานการณ์ โลกปัจจุบัน ซึ่งอาศัยการจัดการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนหลายสาขาร่วมมือกัน เพราะในการทำงานนั้นต้องใช้ความรู้ หลายด้านไม่ได้แยกใช้ความรู้เป็นส่วนๆ (Dejarnette, 2012; Wayne. 2012; Breiner, Harkness, Johnson, & Koehler, 2012) ซึ่ง STEM Education เป็นการจัดการศึกษาที่มี แนวคิด และลักษณะดังนี้ (Dejarnette,

2012; Wayne. 2012; Breiner, et al., 2012; ธวัช ชิตตระกูล, 2555; รัชพล ธนานวงศ์, 2556; อภิสทิธิ ธงไชย และคณะ, 2555)

1. เป็นการบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration)

– วิทยาศาสตร์ (S) เน้นความเข้าใจในธรรมชาติ โดยใช้วิธีการสอนวิทยาศาสตร์ด้วย กระบวนการสืบเสาะ (Inquiry-based Science Teaching) กิจกรรมการสอนแบบแก้ปัญหา (Scientific Problem-based Activities) การสอนวิทยาศาสตร์ใน STEM Education จะทำให้ผู้เรียนสนใจ มีความกระตือรือร้น รู้สึก ทำหายและเกิดความมั่นใจในการเรียน

– เทคโนโลยี (T) เป็นกระบวนการแก้ปัญหา ปรับปรุง พัฒนาสิ่งต่างๆ หรือ กระบวนการต่างๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของคนเรา โดยผ่านกระบวนการทำงานทางเทคโนโลยี ที่ เรียกว่า Engineering Design หรือ Design Process

– วิศวกรรมศาสตร์ (E) เป็นวิชาที่ว่าด้วยการคิด สร้างสรรค์ พัฒนานวัตกรรมต่างๆ โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี

– คณิตศาสตร์ (M) เป็นวิชาที่ไม่ได้หมายถึงการนับจำนวนเท่านั้น แต่เกี่ยวกับ กระบวนการคิดคณิตศาสตร์ (Mathematical Thinking) ซึ่งได้แก่การเปรียบเทียบ การจำแนก/จัดกลุ่ม การ จัดแบบรูป และการบอกรูปร่างและคุณสมบัติ ภาษาคณิตศาสตร์ ผู้เรียนจะสามารถถ่ายทอดความคิดหรือ ความเข้าใจความคิดรวบยอด (Concept) ทางคณิตศาสตร์ได้ โดยใช้ภาษาคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร เช่น มากกว่า น้อยกว่า เล็กกว่า ใหญ่กว่า ฯลฯ การส่งเสริมการคิด คณิตศาสตร์ขั้นสูง (Higher-Level Math Thinking) จากกิจกรรมการเล่นหรือการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวัน

2. เป็นการบูรณาการที่สามารถจัดสอนได้ในทุกระดับชั้น ตั้งแต่ชั้นอนุบาล STEM Education นอกจากจะเป็นการบูรณาการ ศาสตร์ทั้ง 4 สาขาดังที่กล่าวแล้ว ยังเป็นการบูรณาการ ด้านบริบท ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันอีกด้วย

3. เป็นการสอนที่ทำให้ผู้เรียนเกิดพัฒนาการด้านต่างๆ อย่างครบถ้วน และสอดคล้องกับแนว การพัฒนาคนให้มีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 เช่น

- ด้านปัญญา ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาวิชา
- ด้านทักษะการคิด ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิด โดยเฉพาะการคิดขั้นสูง เช่น การ คิดวิเคราะห์ การคิด สร้างสรรค์ ฯลฯ
- ด้านคุณลักษณะ ผู้เรียนมี ทักษะการทำงานกลุ่มทักษะการสื่อสารที่มี ประสิทธิภาพ การเป็นผู้นำตลอดจนการ น้อมรับคำวิจารณ์ของผู้อื่น

**แนวทางพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ของไทยด้วย STEM Education**

การนำ STEM Education มาสู่กระบวนการจัดการศึกษาจำเป็นต้องอย่างยิ่งที่ผู้ที่เกี่ยวข้อง เช่น ครู อาจารย์ และผู้บริหารจะต้องวิเคราะห์และทำความเข้าใจอย่างถ่องแท้เพื่อที่จะนำไปใช้ได้อย่างถูกต้อง เพื่อ ป้องกันมิให้เกิดความเข้าใจคลาดเคลื่อน ซึ่งจะส่งผลให้เกิด ผลกระทบในการจัดการศึกษาในอนาคต หรือส่งผล ให้การใช้ STEM Education ไม่บรรลุเป้าหมาย การทำความเข้าใจที่ถูกต้อง การศึกษาถึงข้อดี องค์ประกอบ หรือปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อเตรียมพร้อมกับการใช้ STEM Education เป็นสิ่งที่ทุกฝ่ายควรพิจารณา (Rachel, 2008; Bybee, 2009; The Wheelock College Aspire Institute, 2010; Bybee, 2011; Rapporteur, 2011; Carr, Bennetti, & Strobe, 2011; ยศวีร์ สายฟ้า, 2555) ซึ่งประกอบด้วย

1. หลักสูตร/บทเรียน STEM Education สำหรับประเทศไทยหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มีเพียงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ (S) เทคโนโลยี (T) และคณิตศาสตร์ (M) เท่านั้น

แต่ไม่พบว่ามีหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์ มีเพียงลักษณะ การสอดแทรกอยู่ในวิชาเทคโนโลยี และวิทยาศาสตร์ เท่านั้น นอกจากนี้ความพร้อมด้าน หลักสูตรทั้ง 4 วิชาแล้ว ความพร้อมด้านสื่อ บทเรียน กระบวนการวัดและ ประเมินผลที่ชัดเจน

2. การพัฒนาครูประจำการ (Professional Development) สถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้มีการ เตรียมการศึกษาและวางแผนการใน STEM Education มีการอบรม เพื่อให้ความรู้แก่บุคลากรในสถาบัน การจัดประชุมหรือการร่วมประชุมวิชาการนานาชาติ การเชิญผู้ทรง คุณวุฒิมาให้ความรู้ การศึกษาและวางแผนการวิจัย

3. การเตรียมพร้อมในการผลิตบัณฑิตเพื่อเป็นผู้สอน STEM Education เน้นการสำรวจ ตรวจสอบและปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์รวมทั้งความรู้ ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับการจัดการศึกษาในศตวรรษ ที่ 21

4. การเตรียมพร้อมของสถานศึกษา ผู้บริหารสถานศึกษาเป็นปัจจัยหลักของความสำเร็จใน สถานศึกษา STEM Education ต้องการผู้บริหารมืออาชีพ กล่าวคือ สามารถบริหารจัดการอย่างมียุทธศาสตร์ เป็นนักวิ ชาการมุ่งพัฒนากระบวนการเรียนการสอนเป็นหลักเปิดโอกาสให้ทุกฝ่ายเข้ามามีส่วนร่วมในการคิด และบริหาร ให้ความสำคัญการเปลี่ยนแปลงเพื่อการพัฒนา เป็นผู้ที่ไม่หยุดนิ่ง พร้อมทั้งจะพัฒนาวิชาชีพของ ตนเองให้ก้าวทันการเปลี่ยนแปลงเสมอ และพร้อมที่จะประสานและ ทำงานร่วมกันกับทุกฝ่าย สนับสนุนการ จัดการเรียนการสอน ตลอดจนเปิดโอกาสให้บุคคลภายนอกจากภาคส่วนต่างๆ เข้ามามีบทบาท

5. การศึกษาวิจัยเพื่อสนับสนุน พัฒนา STEM Education ควรมาจากหลายภาคส่วนทั้ง ภาครัฐและ เอกชน การร่วมมือระหว่างชุมชน และสถาบันอุดมศึกษา เพื่อการวิจัย พัฒนาหลักสูตร STEM Education ในบริบทของ ไทย การพัฒนาครู ผู้สอน การบริหารจัดการสถานศึกษา ฯลฯ

สำหรับประเทศไทยการจัดการศึกษาแบบบูรณาการที่เน้นให้ความสำคัญกับวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และ คณิตศาสตร์อย่างเท่าเทียมกัน หรือ STEM Education จึงเป็นรูปแบบการ จัดการศึกษาที่ตอบสนองต่อการเตรียมคนไทยรุ่นใหม่ในศตวรรษที่ 21 เพราะธรรมชาติของทั้ง 4 วิชาที่ ส่ง เสริมให้ผู้เรียนมีความรู้และความสามารถที่จะดำรงชีวิตได้ดี และมีคุณภาพในโลกของศตวรรษที่ 21 ที่มีการ เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว มีความเป็นโลกาภิวัตน์ที่ตั้งอยู่บนฐานความรู้ และเต็มไปด้วยความก้าวหน้าทาง เทคโนโลยี ทั้งยังเป็นวิชาที่มีความสำคัญกับการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันทาง เศรษฐกิจ การพัฒนา คุณภาพชีวิตและความมั่งคั่งของประเทศได้ STEM Education ยังเป็นการจัดการศึกษาที่สามารถพัฒนาให้ ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงทั้งด้านความรู้ ทักษะการคิด และทักษะอื่นๆ มาใช้ในการแก้ปัญหา การ ค้นคว้า สร้าง และพัฒนาคิดค้นสิ่งต่างๆ ในโลกปัจจุบัน การ เน้นความเข้าใจอย่างลึกซึ้งซึ่งการมี ส่วนร่วมของผู้เรียนกับ ข้อมูลเครื่องมือทางเทคโนโลยี การสร้างความยืดหยุ่นในเนื้อหาวิชา ความท้าทาย ความสร้างสรรค์ ความ แปลกใหม่ และการแก้ปัญหาในโลกอนาคตได้อย่างแท้จริง

#### **มุมมองการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา**

สะเต็มศึกษาเป็นการสอนที่เน้นการบูรณาการเพื่อช่วยนักเรียนสร้างความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาวิชา ทั้ง 4 กับชีวิตประจำวันและการทำอาชีพ ทั้งนี้ ระดับการบูรณาการที่อาจเกิดขึ้นในชั้นเรียนสะเต็มศึกษา สามารถแบ่งได้เป็น 4 ระดับ ดังนี้

1. การบูรณาการภายในวิชา คือ การจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะของ แต่ละวิชาของสะเต็มแยกกัน การจัดการเรียนรู้แบบนี้คือการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และ เทคโนโลยีที่เป็นอยู่ทั่วไปที่ครูผู้สอนแต่ละวิชาต่างจัดการเรียนรู้ให้แก่ นักเรียนตามรายวิชาของตนเอง

2. การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ คือ การจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะของวิชาของวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์แยกกัน โดยมีหัวข้อหลัก (theme) ที่ครูทุกวิชากำหนดร่วมกัน และมีการอ้างอิงถึงความเชื่อมโยงระหว่างวิชานั้นๆ การจัดการเรียนรู้แบบนี้ช่วยให้นักเรียนเห็นความเชื่อมโยงของเนื้อหาในวิชาต่างๆ กับสิ่งที่อยู่รอบตัว เช่น ถ้าครูผู้สอนทั้ง 4 วิชา กำหนดร่วมกันจะใช้กระต๊อบเป็นหัวข้อหลักในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ครูผู้สอนเทคโนโลยีสามารถเริ่มแนะนำกระต๊อบโดยแนะนำว่ากระต๊อบจัดเป็นเทคโนโลยีอย่างง่ายที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวกหรือตอบสนองความต้องการที่จะเก็บความร้อนของข้าว ในขณะที่ครูวิทยาศาสตร์ยกตัวอย่างกระต๊อบเพื่อสอนเรื่องการถ่ายโอนความร้อน และครูคณิตศาสตร์ใช้กระต๊อบสอนเรื่องรูปทรงและให้นักเรียนหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของกระต๊อบ

3. การบูรณาการแบบสหวิทยาการ คือ การจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะอย่างน้อย 2 วิชาพร้อมกันโดยกิจกรรมมีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของทุกวิชาเพื่อให้นักเรียนได้เห็นความสอดคล้องกัน ในการจัดการเรียนรู้แบบนี้ ครูผู้สอนในวิชาที่เกี่ยวข้องต้องทำงานร่วมกันโดยพิจารณาเนื้อหาหรือตัวชี้วัดที่ตรงกันและออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาของตนเองโดยให้เชื่อมโยงกับวิชาอื่นผ่านเนื้อหาหรือตัวชี้วัดนั้น เช่น ในวิชาวิทยาศาสตร์ หลังจากการเรียนรู้เรื่องการถ่ายโอนความร้อนและฉนวนกันความร้อน ครูกำหนดให้นักเรียนทำการทดลองเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเก็บความร้อนของกระต๊อบ โดยขอให้ครูคณิตศาสตร์สอนเรื่องการหาพื้นที่ผิวสัมผัสและปริมาตรของรูปทรงต่างๆ ก่อนให้นักเรียนเริ่มทำการทดลองในวิชาวิทยาศาสตร์ หลังจากนั้น เมื่อนักเรียนทดลองและเก็บข้อมูลเรียบร้อยแล้ว ให้นำข้อมูลจากการทดลองไปสร้างกราฟและตีความผลการทดลองในวิชาคณิตศาสตร์

4. การบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา คือ การจัดการเรียนการสอนที่ช่วยนักเรียนเชื่อมโยงความรู้และทักษะที่เรียนรู้จากวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์กับชีวิตจริง โดยนักเรียนได้ประยุกต์ความรู้และทักษะเหล่านั้นในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชุมชนหรือสังคม และสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ของตนเอง ครูผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามความสนใจหรือปัญหาของนักเรียน โดยครูอาจกำหนดกรอบหรือ theme ของปัญหากว้างๆ ให้นักเรียนและให้นักเรียนระบุปัญหาที่เฉพาะเจาะจงและวิธีการแก้ปัญหาเอง ทั้งนี้ ในการกำหนดกรอบของปัญหาให้นักเรียนศึกษานั้น ครูต้องคำนึงถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้อง 3 ปัจจัยกับการเรียนรู้ของนักเรียน ได้แก่ (1) ปัญหาหรือคำถามที่นักเรียนสนใจ (2) ตัวชี้วัดในวิชาต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง และ (3) ความรู้เดิมของนักเรียน การจัดการเรียนรู้แบบ problem/ project based learning เป็นกลยุทธ์ในการจัดการเรียนรู้ (instructional strategies) ที่มีแนวทางใกล้เคียงกับแนวทางบูรณาการแบบนี้

แนวคิดสะเต็มศึกษาเกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ (1) การบูรณาการแบบสอดแทรก (Infusion Integration) เป็นการบูรณาการโดยเชื่อมโยงสาระการเรียนรู้ต่างๆ กับชีวิตจริง เพื่อให้มีลักษณะกลมกลืนเป็นหัวเรื่อง (theme) โดยผู้สอนวิชาใดวิชาหนึ่งจะนำวิชา อื่นๆ ของสะเต็ม (STEM) มาบูรณาการกับวิชาที่ตนเองสอน (2) การบูรณาการแบบคู่ขนาน (Parallel Integration) เป็นการบูรณาการที่ผู้สอนหลายคนจากวิชาต่างๆ ของสะเต็ม (STEM) มาวางแผนการสอน ร่วมกัน เพื่อรวมความคิดรวบยอดหลัก (main concept) และนำมาจัดทำเป็นหัวเรื่อง (theme) แนวคิด (concept) หรือ ปัญหา (problem) ผู้สอนแต่ละคนจากแต่ละวิชาทำการสอนคู่ขนาน (3) การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ (Multidisciplinary Integration) เป็นการบูรณาการที่ผู้สอนหลายคนจากวิชาต่างๆ ของสะเต็ม (STEM) มาวางแผนการสอนร่วมกันเพื่อสอนเกี่ยวกับหัวเรื่อง (theme) แนวคิด (concept) หรือปัญหา (problem) และกำหนดภาพรวมของโครงการร่วมกันให้ออกมาเป็นชิ้นงาน (4) การบูรณาการแบบข้ามวิชา (Transdisciplinary Integration) เป็นการบูรณาการที่ผู้สอนหลายคนจากวิชาต่างๆ ของสะเต็ม (STEM) มา

วางแผนการสอนร่วมกันในองค์ประกอบของหัวเรื่อง (theme) แนวคิด (concept) หรือปัญหา (problem) โดย กำหนดเป็นโครงงานและสอนร่วมกันเป็นทีม (สสวท.2557 : 4 ; Vasquez , Joanne., Sneider, C. and Comer, M.2013; วิชัย วงษ์ใหญ่. 2554: 133-136)

จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการมีหลายประเภท แต่ละประเภทมีความหมายแตกต่างกัน ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ผู้สอนเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งเนื่องจากต้องมีความรู้พื้นฐาน และเห็นความสำคัญของการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ดังนี้ คือ (1) ส่งเสริมให้ผู้เรียนรักและเห็นคุณค่าของการเรียนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ (2) ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงแนวคิดในสาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ การงานอาชีพและเทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม (3) ส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจสาระและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มากขึ้น (4) ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้แบบกระตือรือร้น และตระหนักถึงความหมายของการเรียนรู้เนื้อหาที่เฉพาะเจาะจง (5) ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น (6) ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา (7) ส่งเสริมให้ผู้เรียนสนใจประกอบอาชีพด้านสะเต็มมากขึ้น (Mehalik, Doppelt & Schunn, 2005 ; Rece Herboldsheimer, Paige Gordon.2013 : 1-4 ; Meyrick.2012 ; Klem & Connell.2004 ; สสวท.2557: 5)

### สะเต็มศึกษาและการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์

จุดเด่นที่ชัดเจนของการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็ม คือการผนวกแนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรมเข้ากับการเรียนรู้อื่นๆ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ของผู้เรียน กล่าวคือ ในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ ความเข้าใจ และฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ผู้เรียนต้องมีโอกาสนำความรู้มาออกแบบวิธีการหรือกระบวนการเพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (NRC, 2012) กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมประกอบด้วยองค์ประกอบ 6 ขั้นตอน ได้แก่

1.ระบุปัญหา (Problem Identification) เป็นการทำความเข้าใจปัญหาหรือความท้าทาย วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา

2.รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) เป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ข้อดีและข้อจำกัด

3.ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัดและเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด

4.วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ แล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

5.ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) เป็นการทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ โดยผลที่ได้ก็นำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด

6.นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) เป็นการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการ ให้ผู้อื่นเข้าใจและได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป

### การเปรียบเทียบแนวคิดและทักษะด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์

การกล่าวอ้างถึงการนำแนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรมมาบูรณาการกับการเรียนรู้ศาสตร์อื่นๆ อีก 4 ศาสตร์นั้น นำมาสู่ความพยายามในการอธิบายความแตกต่างระหว่างศาสตร์ 3 ศาสตร์ที่มีความใกล้เคียงกัน ได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี สภาวิจัยแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (The National Research Council: NRC) ได้ให้ความหมายของวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี พร้อมทั้งเปรียบเทียบทักษะของศาสตร์ทั้งสองกับทักษะทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังตารางที่ 2.1

| วิทยาศาสตร์ (Science)                 | วิศวกรรมศาสตร์(Engineering)           | เทคโนโลยี (Technology)  | คณิตศาสตร์ (Mathematics)                              |
|---------------------------------------|---------------------------------------|---|---|
| ตั้งคำถาม (เพื่อเข้าใจธรรมชาติ)       | นิยามปัญหา (เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิต)    | ตระหนักถึงบทบาทของเทคโนโลยีต่อสังคม                                 | ทำความเข้าใจและพยายามแก้ปัญหา                         |
| พัฒนาและใช้โมเดล                      | พัฒนาและใช้โมเดล                      |   | ใช้คณิตศาสตร์ในการสร้างโมเดล                          |
| ออกแบบและลงมือทำการค้นคว้าวิจัย ทดลอง | ออกแบบและลงมือทำการค้นคว้าวิจัย ทดลอง | เรียนรู้วิธีการใช้งานเทคโนโลยีใหม่ๆ                                 | ใช้เครื่องมือที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา                  |
| วิเคราะห์ข้อมูล                       | วิเคราะห์ข้อมูล                       |   | ให้ความสำคัญการความแม่นยำ                             |
| ใช้คณิตฯ ช่วยในการคำนวณ               | ใช้คณิตฯ ช่วยในการคำนวณ               | เข้าใจบทบาทของเทคโนโลยีในการพัฒนาด้านวิทย์ฯ และวิศวกรรม             | ใช้ตัวเลขในการให้ความหมายหรือเหตุผล                   |
| สร้างคำอธิบาย                         | ออกแบบวิธีแก้ปัญหา                    |   | พยายามหาและใช้โครงการในการแก้ปัญหา                    |
| ใช้หลักฐานในการยืนยันแนวคิด           | ใช้หลักฐานในการยืนยันแนวคิด           | ตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีโดยพิจารณาถึงผลกระทบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม | สร้างข้อโต้แย้งและสามารถวิพากษ์การให้เหตุผลของผู้อื่น |
| ประเมินและสื่อสารแนวคิด               | ประเมินและสื่อสารแนวคิด               |   | มองหาและนำเสนอระเบียบวิธีในการเหตุผลซ้ำๆ              |

ตารางที่ 2.1 ตารางเปรียบเทียบแนวปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี

ที่มา: Vasquez, J.A., Sneider, C., & Comer, M. (2013). STEM Lesson Essentials: Integrating Science, Technology, Engineering, and Mathematics, p.38.

จากตารางที่ 2.1 แนวปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์มีกระบวนการส่วนใหญ่เหมือนกับแนวปฏิบัติทางวิศวกรรมศาสตร์ กล่าวคือ ทั้งสองศาสตร์มีการพัฒนาและใช้โมเดลในการดำเนินงาน มีการออกแบบและลงมือ

ค้นคว้าวิจัยเพื่อรวบรวมข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าว ทั้งวิทยาศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์ต้องการความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการคำนวณ นอกจากนี้ ทั้งนักวิทยาศาสตร์และวิศวกรมีการใช้หลักฐานในการยืนยันแนวคิดซึ่งอาจเป็นคำตอบของข้อสงสัยเกี่ยวกับธรรมชาติหรือปัญหา และสุดท้ายต้องมีการประเมินและสื่อสารแนวคิดดังกล่าว

อย่างไรก็ตาม แนวปฏิบัติทั้งสองมีความแตกต่างกันอยู่ 2 ประการ คือ (1) ในขณะที่วิชาวิทยาศาสตร์พยายามตั้งคำถามเพื่อเรียนรู้และทำความเข้าใจธรรมชาติ วิศวกรรมศาสตร์พยายามนิยามปัญหาซึ่งเกิดจากความไม่พอใจและต้องการพัฒนาคุณภาพชีวิตของมนุษย์ และ (2) ผลลัพธ์ของการทำงานทางวิทยาศาสตร์คือการสร้างคำอธิบายเพื่อตอบข้อสงสัยเกี่ยวกับธรรมชาติ ในขณะที่ผลลัพธ์ของการทำงานทางวิศวกรรมศาสตร์คือวิธีการแก้ปัญหาเพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตของมนุษย์ และวิธีการดังกล่าวจะนำมาซึ่งผลผลิตที่เป็นเทคโนโลยีใหม่หรือนวัตกรรม

การจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาคนให้มีคุณภาพจึงเป็นเรื่องที่มีความจำเป็นอย่างยิ่ง โดยจะต้องเป็นการจัดการศึกษาที่มีคุณภาพ เพื่อให้ศักยภาพที่มีอยู่ในตัวคนได้รับการพัฒนาอย่างเต็มที่ทำให้เป็นคนที่มีรู้จักคิด วิเคราะห์ รู้จักแก้ปัญหา มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ รู้จักเรียนรู้ด้วยตนเองสามารถปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว มีคุณธรรม จริยธรรม รู้จักพึ่งตนเองและสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างเป็นสุข ดังนั้นสำหรับการจัดการศึกษารูปแบบบูรณาการที่เน้นให้ความสำคัญกับวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และ คณิตศาสตร์อย่างเท่าเทียมกัน หรือเรียกว่า STEM Education จึงเป็นรูปแบบการจัดการศึกษาที่ตอบสนองต่อการเตรียมเด็กไทย รุ่นใหม่ในศตวรรษที่ 21 น่าจะเป็นแนวทางหนึ่งในการพัฒนาและปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และพัฒนาศักยภาพของตนเองให้มากที่สุด

จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ผู้สอนเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญคือเป็นผู้อำนวยความสะดวกและโค้ชผู้เรียน โดยสร้างสถานการณ์ที่เป็นปัญหาที่ท้าทายความคิดของผู้เรียน และให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นเพื่อให้การจัดการเรียนรู้ดังกล่าวมีประสิทธิภาพมากที่สุด ผู้สอนจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาโดยจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนให้สอดคล้องกับความสนใจของผู้เรียนและบริบทของชั้นเรียน นอกจากนี้ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาจะประสบความสำเร็จได้หรือไม่นั้น ผู้สอนควรวัดและประเมินผลผู้เรียนว่ามีความรู้ความเข้าใจ มีทักษะ และเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว ซึ่งในการวัดและประเมินผลตามแนวสะเต็มศึกษาสามารถทำได้ 2 แนวทาง คือ แนวทางที่ 1 ในกรณีที่ผู้สอนใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-based Learning) ในการสอนวิทยาศาสตร์ ผู้สอนสามารถประเมินผู้เรียนดังนี้ คือ การตั้งคำถามในแบบทดสอบ การปฏิบัติการทดลอง การรายงานผลการทดลอง และการศึกษาตัวแปรที่ใช้ในการทดลอง ส่วนแนวทางที่ 2 ในกรณีที่ผู้สอนใช้วิธีการจัดการเรียนรู้โดยการออกแบบทางวิศวกรรม (Engineering Design) ผู้สอนสามารถประเมินกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมของผู้เรียนดังนี้ คือ การระดมความคิด การพัฒนาโมเดลต้นแบบ และการทำงานเป็นทีม (Edward M. Reeve.2013 : 12-15) ในการวัดและประเมินผลตามแนวสะเต็มศึกษา ผู้สอนควรใช้การประเมินหลายครั้งคือประเมินก่อนเรียน ระหว่างเรียน และประเมินหลังเรียน การประเมินระหว่างเรียน ผู้สอนทำได้โดยการใช้คำถาม การสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน การประเมินตนเองและการประเมินจากเพื่อน และการบันทึกข้อมูลงานที่ทาสำเร็จตามเป้าหมายที่กำหนด ส่วนการประเมินหลังเรียน ผู้สอนสามารถประเมินโครงการที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ จะเห็นได้ว่าในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ผู้สอนสามารถจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ตามสภาพจริง (Authentic Learning) ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้เผชิญปัญหาและแก้ปัญหาจากสภาพจริง โดยคำนึงถึงบริบทแวดล้อมที่สัมพันธ์กับความเป็นจริง ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมายต่อผู้เรียนในการจัดการ

จัดการเรียนรู้ดังกล่าว ผู้สอนควรใช้การจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย ได้แก่ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning) การจัดการเรียนรู้โดยโครงงานเป็นฐาน (Problem-based learning) การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Learning) ซึ่งช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดทักษะการสืบเสาะหาความรู้จนนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้จากบริบทที่เป็นจริง โดยผู้เรียนได้ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการศึกษาหาข้อมูลด้วยตนเองเพื่อแก้ไขปัญหาสถานการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นอย่างซับซ้อนในชีวิตประจำวัน

## 2. การประเมินสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้

สมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ถือเป็นหัวใจสำคัญของอาชีพครู เพราะในการประกอบอาชีพครูนั้น ครูผู้สอนจะต้องเป็นบุคคลที่มีคุณภาพหรือมีคุณลักษณะที่เหมาะสมกับความเป็นครูการจัดการศึกษาจึงจะบรรลุตามเป้าหมายที่วางไว้ ทั้งนี้แสดงให้เห็นว่าผู้สอนจำเป็นต้องมีสมรรถนะที่พึงประสงค์และมีทักษะที่จำเป็นในการปฏิบัติการสอนจึงจะสามารถดำเนินการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากความสำคัญดังกล่าวการศึกษาแนวคิดต่างๆ ที่เกี่ยวกับสมรรถนะการสอนของครูให้ชัดเจน สามารถที่จะนำมาใช้เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างกรอบประเมินสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ของครูต่อไป ซึ่งในส่วนนี้จะกล่าวถึงแนวคิดต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับ ความหมายของสมรรถนะและสมรรถนะของครู รวมทั้งการอธิบายองค์ประกอบต่างๆ ของสมรรถนะของครู ดังรายละเอียดต่อไปนี้

### ความหมายของสมรรถนะ

สมรรถนะ (Competency) หรือขีดความสามารถมีหลายความหมายด้วยกัน ในบางครั้งก็อธิบายว่าเกี่ยวข้องกับงาน ได้แก่ ตัวงาน ผลลัพธ์ และผลที่ได้จากการทำงาน แต่ในบางครั้งก็อธิบายถึงลักษณะของบุคคลและความมุ่งมั่น (Commitments) ซึ่งโดยทั่วไปคำนิยามของสมรรถนะมักจะแตกต่างกันออกไป ดังนี้

พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542 (2542) ให้ความหมายของคำว่า “สมรรถนะ” หมายถึง ความสามารถ หรือการมีคุณสมบัติเหมาะแก่การจะทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งได้ โดยใช้ความรู้ ทักษะ และความสามารถที่บุคคลหนึ่งพึงมี สามารถแสดงออกให้เห็นพฤติกรรมทางความรู้ เจตคติ และการกระทำที่ดี สำนักงานคณะกรรมการข้าราชการพลเรือน (2546: 5) ได้กำหนดนิยามความหมายของสมรรถนะ (Competency) หมายถึง คุณลักษณะเชิงพฤติกรรมที่เป็นผลมาจากความรู้ ทักษะ ความสามารถ และคุณลักษณะอื่นๆ ที่ทำให้บุคคลสามารถสร้างผลงานได้โดดเด่นกว่าเพื่อนร่วมงานอื่นๆ ในองค์กร กล่าวคือ การที่บุคคลจะแสดงสมรรถนะใดสมรรถนะหนึ่งได้ มักจะต้องมีองค์ประกอบของทั้งความรู้ ทักษะ/ความสามารถ และคุณลักษณะอื่นๆ ตัวอย่างเช่น สมรรถนะการบริหารที่ดี ซึ่งอธิบายว่า “สามารถให้บริการที่ผู้รับบริการต้องการได้” นั้น หากขาดองค์ประกอบต่างๆ ได้แก่ ความรู้ในงาน หรือทักษะที่เกี่ยวข้อง เช่น อาจต้องหาข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ และคุณลักษณะของบุคคลที่เป็นคนใจเย็น อดทน ชอบช่วยเหลือผู้อื่นแล้ว บุคคลก็ไม่อาจจะแสดงสมรรถนะของการบริการที่ดีด้วยการให้บริการที่ผู้รับบริการต้องการได้

David Mc Clelland (1993 : อ้างในสุภัทญา รัตมีธรรมโชติ) สมรรถนะ หมายถึง บุคลิกลักษณะที่ซ่อนอยู่ภายในปัจเจกบุคคลซึ่งสามารถผลักดันให้ปัจเจกบุคคลนั้นสร้างผลการปฏิบัติงานที่ดีหรือตามเกณฑ์ที่กำหนดในงานที่ตนรับผิดชอบ ดังนั้นบางครั้งเมื่อพูดถึงองค์ประกอบของสมรรถนะจึงมีเพียง 3 ส่วนคือ ความรู้ ทักษะ คุณลักษณะ ซึ่งตามทัศนะของแมคเคลแลนด์กล่าวว่า (สุภัทญา รัตมีธรรมโชติ 2004 : 48) สมรรถนะเป็นส่วนประกอบขึ้นมาจากรู้ ทักษะ และเจตคติ/แรงจูงใจ หรือ ความรู้ ทักษะ และเจตคติ/แรงจูงใจ ก่อให้เกิดสมรรถนะ ซึ่งตีความได้ว่า ความรู้ ทักษะ และเจตคติไม่ใช่สมรรถนะแต่เป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้เกิดสมรรถนะ ดังนั้นความรู้ใดๆ จะไม่เป็นสมรรถนะ แต่ถ้าเป็นความรู้ที่สามารถนำมาใช้ให้เกิดกิจกรรมจนประสบความสำเร็จถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของสมรรถนะ สมรรถนะในที่นี้จึงหมายถึงพฤติกรรมที่ก่อให้เกิดผลงาน

สูงสุดนั้น ตัวอย่างเช่น ความรู้ในการขับรถ ถือว่าเป็นความรู้ แต่ถ้านำความรู้มาทำหน้าที่เป็นผู้สอนขับรถ และมีรายได้จากส่วนนี้ ถือว่าเป็นสมรรถนะ ในทำนองเดียวกันความสามารถในการก่อสร้างบ้านถือว่าเป็นทักษะ แต่ความสามารถในการสร้างบ้านและนำเสนอให้เกิดความแตกต่างจากคู่แข่ง ได้ถือว่าเป็นสมรรถนะ หรือในกรณีเจตคติ/แรงจูงใจก็เช่นเดียวกันก็ไม่ใช่สมรรถนะ แต่สิ่งจูงใจให้เกิดพลังทำงานสำเร็จตรงตามเวลาหรือเรียกว่ากำหนด หรือดีกว่ามาตรฐานถือว่าเป็นสมรรถนะ

กล่าวโดยสรุป สมรรถนะ หมายถึง คุณลักษณะความสามารถของบุคคลที่แสดงออกมาในเชิงพฤติกรรม ที่ส่งผลให้บุคลากรปฏิบัติงานหรือกระทำการสิ่งต่างๆ ได้ตามมาตรฐานและส่งผลให้องค์กรดำเนินกิจกรรมต่างๆ ได้ตามวัตถุประสงค์ ประสบความสำเร็จและบรรลุเป้าหมายตามที่ต้องการ ซึ่งสามารถวัดและสังเกตเห็นได้ว่าเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถ ทักษะ และลักษณะอื่นๆ ที่โดดเด่นกว่าบุคคลอื่นๆ ในองค์กร จากความหมายสมรรถนะดังกล่าว จึงสรุปได้ว่า สมรรถนะ หมายถึง คุณลักษณะเชิงพฤติกรรมที่เกิดจากการแสดงออกของบุคคลถึงความรู้ ความสามารถ ทักษะ และเจตคติในการกระทำหรือการปฏิบัติงานในความรับผิดชอบได้อย่างมีประสิทธิภาพ และบรรลุเป้าหมายได้ตามมาตรฐานที่คาดหวัง

คำว่า “สมรรถนะครู” มีคำที่ใช้เรียกโดยมีนัยความหมายเดียวกันคือ คำว่า “สมรรถวิสัย” หรือ “สมรรถฐาน” ตรงกับคำในภาษาอังกฤษว่า “Competency” ซึ่ง ฉวีวรรณ กินาวงศ์ (ฉวีวรรณ กินาวงศ์. 2527) ได้ให้ความหมายของสมรรถนะของครูไว้ว่า เป็นความรู้ ความสามารถและเจตคติที่ผู้เป็นครูพึงมี ได้แก่ ความรู้ ความสามารถ ในการปฏิบัติหน้าที่ให้เกิดความสำเร็จ ตลอดจนความรู้ ความสามารถ ความเข้าใจที่จะปฏิบัติอาชีพครูให้เจริญก้าวหน้า ส่วนทางด้าน เฉลิมพล สวัสดิพงษ์ (เฉลิมพล สวัสดิพงษ์. 2533) ได้กล่าวถึงสมรรถนะครู หมายถึง พฤติกรรมของครูที่แสดงออกถึงความสามารถ ความเข้าใจ ทักษะ และเจตคติที่มีต่อการพัฒนาคุณภาพของนักเรียน ทั้งทางด้านร่างกาย อารมณ์ สังคม และสติปัญญา

เช่นเดียวกันกับ กมล สุดประเสริฐ และคณะ (2533) ให้ความหมายทำนองเดียวกันว่า สมรรถนะ หมายถึง คุณสมบัติที่เป็นผลมาจากความรู้ ความเข้าใจ ทักษะ เจตคติ อุบนิสัย หรือบุคลิกภาพ ซึ่งมีผลทำให้เกิดความสามารถในการแสดงพฤติกรรมต่างๆ ที่พึงปรารถนาได้ ซึ่งสอดคล้องกับ บอริชและแคล์ลีน (Borich & Kalthleen. 1968) ที่ได้ให้คำจำกัดความของสมรรถนะว่าเป็นคุณลักษณะที่ประกอบ ด้วยปริมาณของพฤติกรรมที่ได้พิจารณาไว้อย่างเฉพาะเจาะจง และปริมาณของพฤติกรรมนี้สามารถกำหนดได้ โดยการให้ค่าน้ำหนักหรือมาตรวัด ซึ่ง กู๊ด (Carter V. Good. 1973) ก็ได้อธิบายว่าเป็นทักษะ สังเกต และเจตคติที่จำเป็นในการทำงานทุกชนิด สามารถนำเอาวิธีการและความรู้พื้นฐานไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ที่ตนไปปฏิบัติได้ และต้องปฏิบัติอย่างมีคุณภาพ และเมดเลย์ (Medley. 1982) ได้ให้ความหมายของสมรรถนะครูไว้ว่า หมายถึง ชุดของความรู้ ความสามารถ และความเชื่อ ความศรัทธาที่ครู พึงมี และสามารถนำมาใช้กับสถานการณ์ในการสอน

จากความหมายของ “สมรรถนะครู” ดังที่มีผู้ให้คำนิยามไว้ข้างต้นพอสรุปได้ว่า สมรรถนะครู หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจ ทักษะ คุณลักษณะ และเจตคติที่ครูพึงมีในการพัฒนาผู้เรียนให้เกิดความพร้อมทั้งด้านร่างกาย อารมณ์ สังคม และสติปัญญา สำหรับแนวคิดที่เกี่ยวกับสมรรถนะครูโดยทั่วไปนั้นจะเกี่ยวข้องกับลักษณะของครูที่ดี ซึ่งลักษณะของครูที่ดีและครูที่มีสมรรถนะ จึงเป็นคุณลักษณะที่ผู้ประกอบการอาชีพครูพึงมีในการปฏิบัติงานให้ประสบความสำเร็จ

#### ความหมายของสมรรถนะการสอนครู

เป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่า ครูเป็นองค์ประกอบที่สำคัญยิ่งในการจัดการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาผู้เรียนไปสู่จุดหมายของหลักสูตรที่กำหนดไว้ ในการปฏิบัติหน้าที่ดังกล่าวให้เกิดประสิทธิผล ครูจึงจำเป็นต้องมีสมรรถนะการสอนดังที่นักการศึกษาได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับสมรรถนะการสอนไว้ ดังนี้

ไกรนุช ศิริพูล (ไกรนุช ศิริพูล. 2531) กล่าวถึง สมรรถนะการสอนซึ่งครูมีความจำเป็นจะต้องมีความรู้ความเข้าใจเรื่องต่างๆ ดังนี้

1. ความรู้ ความเข้าใจเรื่องหลักจิตวิทยาการเรียนรู้หลักการเจริญเติบโตและพัฒนาการเด็ก
2. การวางแผนการสอนอย่างละเอียดถี่ถ้วน
3. การเลือกใช้วิธีสอนแบบต่างๆ อย่างเหมาะสม
4. การใช้วิธีวัดผลที่เหมาะสม รวมถึงการประยุกต์ใช้แบบทดสอบต่างๆ ให้เกิดประโยชน์ในการเรียนการสอน

5. ความสามารถในการปกครองชั้นเรียนได้อย่างราบรื่น ตลอดจนบริหารงานธุรการต่างๆ ของชั้นเรียนได้เหมาะสม

ซ็ว เถาว์ชาลี และคณะ (2533) เสนอว่า สมรรถนะการสอนที่สำคัญประกอบด้วย ความรู้ ความเข้าใจ และความสามารถของครูในการนำสิ่งเหล่านี้ไปปฏิบัติ ได้แก่

1. การประยุกต์หลักการของการเรียนรู้
2. การแนะนำนักเรียนอย่างมีประสิทธิภาพ
3. การปฏิบัติการสอนอย่างมีประสิทธิภาพ
4. การนำหลักการของพัฒนาการเด็กมาประยุกต์ใช้
5. การวางแผนการสอนอย่างมีประสิทธิภาพ
6. การมีความรู้จริงในวิชาที่สอน ทั้งแนวลึกและแนวกว้าง
7. การใช้เทคนิคในการสอนเพื่อพัฒนาทักษะและเจตคติที่เป็นประชาธิปไตย
8. สามารถวินิจฉัยปัญหาที่เกิดขึ้นกับนักเรียน และมีการสอนที่เฉพาะกับแต่ละบุคคล
9. มีส่วนร่วมในการทำงานกับเพื่อนครู
10. มีความกระตือรือร้นในการทำงาน
11. มีความคิดริเริ่มในการทำงาน
12. ใช้ประโยชน์จากแหล่งทรัพยากรทั้งที่เป็นบุคคลและวัสดุอุปกรณ์ได้อย่างเหมาะสม

นันทยา สุนทรวงษ์ (2535) ได้ให้ความหมายว่า สมรรถนะการสอน หมายถึง พฤติกรรมการแสดงออกของครูที่จะต้องมีในการสอน ซึ่งรวมถึง เจตคติ ความรู้ ความสามารถ ความเข้าใจ ตลอดจนความสามารถในการแก้ไขปัญหาต่างๆ เพื่อช่วยในการปฏิบัติหน้าที่ของครูประสบความสำเร็จ อันจะส่งผลต่อการพัฒนาตัวนักเรียนทั้งในด้านร่างกาย อารมณ์ สังคม และสติปัญญา

ชาญชัย อาจิมสมาจาร (2538) กล่าวถึง สมรรถนะการสอนว่าเป็นคุณสมบัติเบื้องต้นที่มีความสัมพันธ์กับคุณสมบัติทางวิชาชีพ (Professional qualities) หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจของครูเกี่ยวกับเรื่องต่างๆ ดังนี้

1. มีความรู้ในวิชาหรือสาขาที่สอน เป็นสิ่งจำเป็นสิ่งแรกของสมรรถนะการสอน คือ ครูต้องมีความรู้อย่างถ่องแท้ในวิชาหรือสาขาที่สอน

2. มีความรู้ความเข้าใจในตัวผู้เรียน คือ มีความรู้ความเข้าใจในหลักเบื้องต้นของการเจริญเติบโตและการพัฒนาการของมนุษย์ เช่น ความสนใจ ประสบการณ์เดิม พัฒนาการด้านต่างๆ เป็นต้น

3. มีความรู้ ความเข้าใจหลักการสอนและทักษะในการใช้เทคนิค เพื่อการนำออกใช้ ได้แก่ ความรู้ความเข้าใจในทฤษฎีและการปฏิบัติเกี่ยวกับเรื่องหลักสูตรจิตวิทยาการเรียนรู้ วิธีสอนและเทคนิคต่างๆ รวมถึงทักษะในการประเมินความก้าวหน้าของนักเรียน

4. ความรู้ความเข้าใจทั่วไปที่เกี่ยวข้องและสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน (interrelation) โดยสามารถนำมาบูรณาการการสอนของตนให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

5. มีเจตคติที่ดีต่อวิชาชีพครู

จกกลนี้ ห่วงทอง (2538) สรุปความหมายของสมรรถนะการสอนไว้ว่า หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้เกี่ยวกับเทคนิคการสอนทั่วไปไปปฏิบัติการสอนได้เหมาะสม ทั้งในด้านความรู้ ความเข้าใจนักเรียน การวางแผนการเรียนการสอน วิธีสอน และกิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการเรียนการสอน และการวัดและประเมินผลการเรียนการสอน จากความหมายดังกล่าวสรุปได้ว่า สมรรถนะการสอน หมายถึง ความสามารถทางการสอนของครูที่เป็นผลมาจากการนำเอาความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนไปปฏิบัติ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และพัฒนาไปตามเป้าหมายที่กำหนดไว้

ในส่วนของนักการศึกษาต่างประเทศ ได้เสนอแนวคิดในลักษณะเดียวกัน ดังนี้

ไวแกนด์ (Jame E. Weigand. 1977) ได้กำหนดทักษะพื้นฐานของสมรรถนะการสอน ประกอบด้วย

1. การเขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
2. การจัดลำดับชั้นการสอน
3. การใช้คำถาม
4. การเสริมแรง
5. การวัดและประเมินผล
6. การประเมินพัฒนาการของเด็ก
7. การมีมนุษยสัมพันธ์

ฮิล (V.L. Hill. 1989) กล่าวถึง สมรรถนะการสอนเป็นกิจกรรมที่ครอบคลุมแง่มุมต่างๆ

4 ด้าน ได้แก่

1. ด้านหลักสูตร เป็นความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับจุดมุ่งหมายของการศึกษาจุดประสงค์รายวิชา ตลอดจนการเลือกเนื้อหาให้เหมาะสมสอดคล้องกับท้องถิ่น

2. ด้านการสอน เป็นความรู้ความเข้าใจในเรื่องการเลือกวิธีสอนและเทคนิคการสอนที่เหมาะสม เพื่อช่วยให้ผู้เรียนบรรลุจุดมุ่งหมายที่วางไว้

3. ด้านการวัดผล หมายถึง การเลือกวิธีวัดผลที่ได้เหมาะสม

4. ด้านการประเมินผลการสอน คือ ความสามารถในการประเมินผลการสอนทั้งหมด ตั้งแต่ การวางจุดมุ่งหมายการเรียนรู้ การเลือกเนื้อหา วิธีสอน รวมถึงความเที่ยงตรงและความน่าเชื่อถือได้ของการ วัดผลที่ผู้สอนปฏิบัติไป

สมรรถนะการสอนของครูที่มีความสัมพันธ์กับการสอนที่มีประสิทธิภาพ ควรประกอบด้วยปัจจัยต่างๆ ดังนี้

1. ด้านความรู้ความเข้าใจตัวผู้เรียน จะช่วยให้การสอนประสบความสำเร็จ
2. ด้านการวางแผน ครูควรพิจารณาเกี่ยวกับจุดมุ่งหมาย เนื้อหา วิธีสอน สื่อการสอนให้ เหมาะสมกับบทเรียน
3. ด้านการเลือกยุทธวิธีการสอนที่เหมาะสมกับจุดมุ่งหมาย เนื้อหา และพัฒนาการเด็ก
4. ด้านการเลือกและใช้สื่อการสอนอย่างมีประสิทธิภาพ
5. ด้านการประเมินผลตรงตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดได้
6. ด้านการจัดการเกี่ยวกับการปกครองชั้นเรียน ครูควรมีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติผู้ เรียน

จากแนวคิดข้างต้นพอสรุปได้ว่า สมรรถนะทางการสอนเป็นเรื่องเกี่ยวข้องกับหลักสูตร และเนื้อหาใน การดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน การผลิต และการใช้สื่อการเรียนการสอน การวัดผลและการประเมินผล และบุคลิกภาพของครู ทั้งนี้ ครูโดยทั่วไปจึงควรมีสสมรรถนะทางการสอนดังที่กล่าวมา และมีสมรรถนะทางการ สอนเฉพาะสาขาวิชาที่ตนรับผิดชอบอยู่

#### องค์ประกอบของสมรรถนะ

แนวคิดเกี่ยวกับสมรรถนะเริ่มจากการนำเสนอบทความทางวิชาการของ David C. McClelland นักจิตวิทยาแห่งมหาวิทยาลัยฮาร์วาร์ดเมื่อปี ค.ศ.1960 ซึ่งกล่าวถึง ความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะที่ดีของ บุคคล (Excellent Performer) ในองค์การ กับระดับทักษะความรู้ ความสามารถ โดยกล่าวว่า การวัด IQ และการทดสอบบุคลิกภาพ ยังไม่เหมาะสมในการทำนายความสามารถ หรือสมรรถนะของบุคคลได้ เพราะ ไม่ได้สะท้อนความสามารถที่แท้จริงออกมาได้ ซึ่งเป็นเรื่องที่นักจิตวิทยาองค์การได้ศึกษากันมาเป็นเวลานาน แล้ว ผู้ที่ริเริ่มการใช้คำว่า Competency คือ David McClelland ซึ่งเป็นผู้ก่อตั้งบริษัท Hay McBer เขาได้ เขียนบทความเรื่อง Testing for Competence Rather than for Intelligence ในปี 1973 กล่าวกันว่า นี่ เป็นจุดเริ่มต้นของการพัฒนา Competency ให้เป็นอีกทางเลือกหนึ่งนอกเหนือไปจากการวัดเชาวน์ปัญญา

ในปี ค.ศ.1970 US State Department ได้ติดต่อบริษัท McBer ซึ่ง David C. McClelland เป็น ผู้บริหารอยู่ เพื่อให้หาเครื่องมือชนิดใหม่ที่สามารถทำนายผลการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ได้อย่างแม่นยำแทน แบบทดสอบเก่าซึ่งไม่สัมพันธ์กับผลการปฏิบัติงาน เนื่องจากคนได้คะแนนดีแต่ปฏิบัติงานไม่ประสบผลสำเร็จ จึงต้องเปลี่ยนแปลงวิธีการใหม่ David C. McClelland ได้เขียนบทความ “Testing for Competence Rather Than for Intelligence” ในวารสาร American Psychologist เพื่อเผยแพร่แนวคิดและสร้างแบบ ประเมินแบบใหม่ที่เรียกว่า Behavioral Event Interview (BEI) เป็นเครื่องมือประเมินที่ค้นหาผู้ที่มีผลการ ปฏิบัติงานดี ซึ่ง David C. McClelland เรียกว่า สมรรถนะ (Competency) บทความของ Mc-Clelland ที่

ตีพิมพ์ในปี 1973 ได้รับการกล่าวถึงอย่างกว้างขวางและเป็นจุดเริ่มต้นของการพัฒนา Competency ให้เป็นอีกทางเลือกหนึ่งนอกเหนือไปจากการวัดเชาวน์ปัญญา และใช้กันต่อๆ มาจนถึงทุกวันนี้

แนวคิดเรื่องสมรรถนะมักมีการอธิบายด้วยโมเดลภูเขาน้ำแข็ง (Iceberg Model) ซึ่งอธิบายว่า ความแตกต่างระหว่างบุคคลเปรียบเทียบกับภูเขาน้ำแข็ง โดยมีส่วนที่เห็นได้ง่าย และพัฒนาได้ง่าย คือส่วนที่ลอยอยู่เหนือน้ำ นั่นคือองค์ความรู้และทักษะต่างๆ ที่บุคคลมีอยู่ และส่วนใหญ่มองเห็นได้ยากคือใต้น้ำ ได้แก่ แรงจูงใจ อุปนิสัย ภาพลักษณ์ภายใน และบทบาทที่แสดงออกต่อสังคม ส่วนที่อยู่ใต้น้ำนี้มีผลต่อพฤติกรรมในการทำงานของบุคคลอย่างมากและเป็นส่วนที่พัฒนาได้ยาก

หลักตามแนวคิดของแมคเคลแลนดมี 5 ส่วนคือ

1. ความรู้ (Knowledge) คือ ความรู้เฉพาะในเรื่องที่ต้องรู้ เป็นความรู้ที่เป็นสาระสำคัญ เช่น ความรู้ด้านเครื่องยนต์ เป็นต้น
2. ทักษะ (Skill) คือ สิ่งที่ต้องการให้ทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น ทักษะการใช้งานคอมพิวเตอร์ ทักษะทางการถ่ายทอดความรู้ เป็นต้น ทักษะที่เกิดขึ้นนั้นมาจากพื้นฐานทางความรู้ และสามารถปฏิบัติได้อย่างคล่องแคล่วว่องไว
3. ความคิดเห็นเกี่ยวกับตนเอง (Self – concept) คือ เจตคติ ค่านิยม และความคิดเห็นเกี่ยวกับภาพลักษณ์ของตน หรือสิ่งที่บุคคลเชื่อว่าตนเองเป็น เช่น ความมั่นใจในตนเอง เป็นต้น
4. บุคลิกลักษณะประจำตัวของบุคคล (Traits) เป็นสิ่งที่อธิบายถึงบุคคลนั้น เช่น คนที่ น่าเชื่อถือและไว้วางใจได้ หรือมีลักษณะเป็นผู้นำ เป็นต้น
5. แรงจูงใจ/เจตคติ (Motives/attitude) เป็นแรงจูงใจ หรือแรงขับภายใน ซึ่งทำให้บุคคลแสดงพฤติกรรมที่มุ่งไปสู่เป้าหมาย หรือมุ่งสู่ความสำเร็จ เป็นต้น

#### การวัดและประเมินสมรรถนะ

การวัดและประเมินสมรรถนะแบ่งออกเป็นกลุ่มใหญ่ๆ 3 กลุ่ม คือ

1. Tests of Performance เป็นแบบทดสอบที่ให้ผู้รับการทดสอบทำงานบางอย่าง เช่น การเขียนอธิบายคำตอบ การเลือกตอบข้อที่ถูกที่สุด หรือการคิดว่าถ้ารูปทรงเรขาคณิตที่แสดงบนจอหมุนไปแล้วจะเป็นรูปใด แบบทดสอบประเภทนี้ออกแบบมาเพื่อวัดความสามารถของบุคคล (Can do) ภายใต้เงื่อนไขของการทดสอบ ตัวอย่างของแบบทดสอบประเภทนี้ได้แก่ แบบทดสอบความสามารถทางสมองโดยทั่วไป (General mental ability) แบบทดสอบที่วัดความสามารถเฉพาะ เช่น Spatial ability หรือความเข้าใจด้านเครื่องยนต์กลไกและแบบทดสอบที่วัดทักษะหรือความสามารถทางด้านร่างกาย
2. Behavior Observations เป็นแบบทดสอบที่เกี่ยวข้องกับการสังเกตพฤติกรรมของผู้รับการทดสอบในบางสถานการณ์ แบบทดสอบประเภทนี้ต่างจากประเภทแรกตรงที่ผู้เข้ารับการทดสอบไม่ต้องพยายามทำงานอะไรบางอย่างที่ออกแบบมาเป็นอย่างดีแล้ว แต่จะวัดจากการสังเกตและประเมินพฤติกรรมในบางสถานการณ์ เช่น การสังเกตพฤติกรรมการเข้าสังคม พฤติกรรมการทำงาน การสัมภาษณ์ก็อาจจัดอยู่ในกลุ่มนี้ด้วย
3. Self-Reports เป็นแบบทดสอบที่ให้ผู้ตอบรายงานเกี่ยวกับตนเอง เช่น ความรู้สึก ทักษะ ความเชื่อ ความสนใจ แบบทดสอบบุคลิกภาพ แบบสอบถาม แบบสำรวจความคิดเห็นต่างๆ การตอบคำถามประเภทนี้อาจจะไม่ได้เกี่ยวข้องกับความรู้สึกที่แท้จริงของผู้ตอบก็ได้ การทดสอบบางอย่าง เช่น การสัมภาษณ์ อาจเป็นการผสมกันระหว่าง Behavior Observations และ Self-Reports เพราะการถามคำถามในการ

สัมภาษณ์อาจเกี่ยวข้องกับความรู้สึก ความคิดและทัศนคติของผู้ถูกสัมภาษณ์ และในขณะเดียวกันผู้สัมภาษณ์ก็สังเกตพฤติกรรมของผู้ถูกสัมภาษณ์ด้วย

เนื่องจากสมรรถนะเป็นคุณลักษณะเชิงพฤติกรรม ดังนั้น สำหรับบริบทของการจัดการเรียนการสอน นั้นการวัดหรือประเมินที่สอดคล้องที่สุด คือ การสังเกตพฤติกรรม ในการสังเกตพฤติกรรมนั้นมีสมมติฐาน 2 ประการที่จะทำให้การสังเกตพฤติกรรมมีความถูกต้อง กล่าวคือ (1) ผู้ที่สังเกต (อาจารย์นิเทศก์) และประเมิน ต้องทำด้วยความตรงไปตรงมา (2) ผู้ที่สังเกตและประเมินต้องใกล้ชิดเพียงพอที่จะสังเกตพฤติกรรมของผู้ที่ถูกประเมินได้ตามรูปแบบที่กำหนดไว้ นั่น ผู้ที่สังเกต (อาจารย์นิเทศก์) จะเป็นผู้ประเมินสมรรถนะของผู้เรียน โดยผู้ที่สังเกต (อาจารย์นิเทศก์) จะทำความเข้าใจกับความหมายและระดับของสมรรถนะที่จะประเมินในกรอบการประเมินที่กำหนดไว้ และประเมินว่าพฤติกรรมการสอนโดยรวมๆ ของนักศึกษาผู้นั้นสอดคล้องกับระดับสมรรถนะที่ระดับใด โดยผู้ที่สังเกต (อาจารย์นิเทศก์) จะต้องสังเกตและบันทึกพฤติกรรมการทำงานของผู้ที่ถูกประเมินไว้เป็นระยะ ๆ เพื่อให้เป็นหลักฐานยืนยันในกรณีที่ถูกประเมินไม่เห็นด้วยกับระดับสมรรถนะที่ได้รับการประเมิน

การวัดสมรรถนะการปฏิบัติทำได้ค่อนข้างลำบาก จึงอาศัยวิธีการ หรือใช้เครื่องมือบางชนิดเพื่อวัดสมรรถนะของบุคคล ดังนี้

1. ประวัติการทำงานของคุณ ว่าทำอะไรบ้างมีความรู้ ทักษะ หรือความสามารถอะไร เคยมีประสบการณ์อะไรมาบ้าง จากประวัติการทำงานทำให้ได้ข้อมูลส่วนบุคคล

2. ผลประเมินการปฏิบัติงาน (Performance appraisal) ซึ่งจะเป็นข้อมูลเกี่ยวกับการปฏิบัติงานใน 2 ลักษณะ คือ

2.1 ผลการปฏิบัติที่เป็นเนื้องาน (Task performance) เป็นการทำงานที่ได้เนื้องานแท้ๆ

2.2 ผลงานการปฏิบัติที่ไม่ใช่เนื้องาน แต่เป็นบริบทของเนื้องาน (Contextual performance) ได้แก่ ลักษณะพฤติกรรมของคนปฏิบัติงาน เช่น การมีน้ำใจเสียสละช่วยเหลือคนอื่น เป็นต้น

2.3 ผลการสัมภาษณ์ (interview) ได้แก่ ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ อาจจะเป็นการสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง คือ กำหนดคำถามสัมภาษณ์ไว้แล้ว สัมภาษณ์ตามที่กำหนดประเด็นไว้กับการสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง คือ สอบถามตามสถานการณ์ คล้ายกับเป็นการพูดคุยกันธรรมดา ๆ แต่ผู้สัมภาษณ์จะต้องเตรียมคำถามไว้ใจ โดยใช้กระบวนการสนทนาให้ผู้ถูกสัมภาษณ์สบายใจ ให้ข้อมูลที่ตรงกับสภาพจริงมากที่สุด

2.4 ศูนย์ประเมิน (Assessment center) จะเป็นศูนย์รวมเทคนิคการวัดทางจิตวิทยาหลาย ๆ อย่างเข้าด้วยกัน รวมทั้งการสนทนากลุ่มแบบไม่มีหัวหน้ากลุ่มรวมอยู่ด้วยในศูนย์นี้

2.5 การประเมินรอบด้าน (360 Degree feedback) ได้แก่ การประเมินจากเพื่อนร่วมงาน ผู้บังคับบัญชา ผู้ใต้บังคับบัญชา และลูกค้า เพื่อตรวจสอบความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะ

### 3. การประเมินสมรรถนะด้านการจัดการเรียนการสอน

นักวิจัยทางการศึกษาหรือผู้ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาวิชาชีพครูได้พยายามคิดหาแนวทางในการส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาสมรรถนะที่จำเป็นสำหรับครูในด้านการจัดการเรียนการสอน จึงมีการศึกษาวิจัยวิธีการที่ใช้ในการพัฒนาสมรรถนะของครูด้านการรู้วิชาเฉพาะด้านสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ และการรู้วิธีการสอนที่หลากหลาย เช่น การมอบหมายให้วิเคราะห์เนื้อหาในหนังสือเรียน (Stump, 2001) การมอบหมายให้เขียนแผนการจัดการเรียนรู้แล้ววิจารณ์แผนการจัดการเรียนรู้ที่เขียนขึ้นโดยตนเอง เพื่อน

และครูผู้สอนรายวิชาวิธีสอน (Tuan, 1996; Stump, 2001) การปฏิบัติการสอนแบบจุลภาค (micro-teaching) แล้ววิจารณ์การสอนโดยตนเอง เพื่อน และครูผู้สอนวิชาวิธีสอน (Tuan, 1996; Tuan & Kaou, 1997; Bell et al., 1998; Veal, 1998; Eick, 2000; Halim & Meerah, 2002) การสะท้อนแนวคิดและประสบการณ์เกี่ยวกับการสอน (Tuan, 1996) การเขียนอนุทิน (Tuan, 1996; Bell et al., 1998; Veal, 1998; Eick, 2000) รวมทั้งการประชุมเชิงปฏิบัติการระหว่างการศึกษาประสบการณ์วิชาชีพครู (van Driel et al., 2002) อย่างไรก็ตามปัญหาหนึ่งที่พบโดยทั่วไปสำหรับครูที่มีความรู้ในเนื้อหาที่สอนแต่ไม่สามารถถ่ายทอดความรู้ในเนื้อหาที่ตนเองมีอยู่ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาสาระสำคัญของรายวิชาต่างๆ ได้ ซึ่งการขาดสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ทำให้การจัดการเรียนการสอนในเนื้อหาดังกล่าวไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร (Veal, 1998; Bell, Veal & Tippins, 1998; Zembal-Saul, Starr & Krajcik, 1999)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2547) ได้เสนอแนะว่า ครูวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ควรได้รับการส่งเสริมให้สามารถบูรณาการองค์ประกอบแต่ละด้านของความรู้ด้านเนื้อหาและวิธีการสอนให้เหมาะสมต่อการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางปฏิรูปการจัดการเรียนรู้ในปัจจุบัน อย่างไรก็ตาม สถานภาพการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยพบปัญหาที่สำคัญอยู่ 6 ด้านได้แก่ หลักสูตร การจัดการเรียนการสอน ครู สื่อการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2544) ซึ่งในบริบทการจัดการเรียนการสอนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานของครูหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีและนวัตกรรม การศึกษา จากการนิเทศการสอนพบว่าครูส่วนใหญ่ต้องเผชิญกับปัญหาหลายประการในขณะออกไปปฏิบัติการสอนในสถานศึกษา โดยเฉพาะปัญหาที่นักศึกษาฝึกสอนไม่สามารถสอนความรู้ในเนื้อหาที่ตนเองรู้ให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาดังกล่าวได้ ซึ่งทำให้การจัดการเรียนการสอนไม่มีประสิทธิภาพ ดังนั้นปัญหาจากการขาดสมรรถนะด้านการจัดการเรียนการสอนส่งผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพในการสอนรายวิชาต่างๆ ซึ่งสอดคล้องกับผลวิจัยดังที่กล่าวมาแล้ว

ภารกิจสำคัญอีกประการของคณะครุศาสตร์ ก็คือทำหน้าที่เป็น "ครูของครู" ที่ต้องผลิตและพัฒนาครูให้มีความรู้และความสามารถในการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ นำทักษะและความรู้ที่จำเป็นจากกระบวนการเรียนการสอนไปปรับใช้ในสถานการณ์จริงได้ ในการผลิตและพัฒนา นักศึกษาวิชาวิชาชีพครูในระดับอุดมศึกษามีเป้าหมายให้นักศึกษามีความรู้ในเนื้อหาและมีสมรรถนะที่จำเป็นสำหรับการสอนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานได้แก่ การรู้วิชาเฉพาะด้าน (Specific Content Knowledge) การรู้วิธีการสอน (Pedagogical Content Knowledge) และสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ (Teaching Competency)

ความรู้ความเข้าใจจากการศึกษาเรื่องการเรียนรู้วิชาเฉพาะด้าน การรู้วิธีการสอน และสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ เป็นสิ่งที่มีความสำคัญยิ่งต่อการจัดการกำหนดแนวทางในการจัดประสบการณ์ด้านวิชาชีพของครูกลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีและนวัตกรรมการศึกษา เพื่อการพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพทั้งด้านความรู้และการพัฒนาทักษะวิชาชีพ ดังนั้นการประเมินสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ของครูที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้จะสามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือสำหรับประเมินสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ เพื่อเป็นข้อมูลในการในการผลิตและพัฒนาครูต่อไป

ในการพัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ ความรู้และวิธีสอนของครูเป็นงานที่ค่อนข้างยากและท้าทาย เนื่องจากสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ ความรู้ และวิธีสอนของครูมีหลายองค์ประกอบ และแต่ละองค์ประกอบมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันอย่างซับซ้อน อย่างไรก็ตาม Baxter & Lederman (1999: 158) ได้เสนอกรอบแนวคิดในการวัดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนว่าควรวัดให้ครอบคลุมทั้งสามด้าน คือ สิ่งที่ครูผู้สอนรู้ สิ่งที่ครูผู้สอนปฏิบัติ และเหตุผลในการปฏิบัติของครูผู้สอน โดยใช้วิธีวัดที่ประกอบด้วยวิธีเก็บรวบรวมข้อมูล

ที่หลากหลายที่เรียกว่า Multi-method evaluation เพราะไม่มีวิธีวัดวิธีใดวิธีหนึ่งที่สามารถวัดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนได้ครบและครอบคลุมทุกองค์ประกอบ (Baxter; & Lederman, 1999: 158-159) วิธีวัดที่ประกอบด้วยวิธีเก็บรวบรวมข้อมูลที่หลากหลายอาจประกอบด้วย การสังเกตการสอน การสัมภาษณ์ก่อนและหลังการสอน การตรวจแผน การจัดการเรียนรู้ การอภิปรายเกี่ยวกับกรณีตัวอย่าง การเก็บรวบรวมชิ้นงาน การเขียนอนุทิน สะท้อนแนวคิด/หรือการใช้แฟ้มสะสมงาน เป็นต้น นอกจากนี้การวัดการพัฒนาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนควรต้องใช้วิธีวัดที่หลากหลาย แล้วยังควรต้องวัดอย่างต่อเนื่องในช่วงระยะเวลาหนึ่งๆ (เช่น 1 ภาคการศึกษา หรือ 1 ปีการศึกษา) เพราะว่าการพัฒนาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนของครู (Pedagogical Content Knowledge) เกิดขึ้นอย่างช้าๆ ภายใต้กิจกรรมการวางแผนการสอน การปฏิบัติการสอน และการสะท้อนแนวคิดที่ได้จากการสอนเนื้อหาหนึ่งๆ ของครูผู้สอน

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์ในการประเมินสมรรถนะของครู โดยประยุกต์แนวคิดการวัดผลสมรรถนะการเป็นครูของ วิเบอร์ (Weber, 1974) โดยใช้เกณฑ์การวัดผล 2 ด้าน ได้แก่ การวัดผลด้านความรู้ (Knowledge criteria) และการวัดผลการปฏิบัติการสอน (Performance criteria) ซึ่งรายละเอียดของเกณฑ์แต่ละด้าน มีดังนี้ 1) เกณฑ์การวัดผลความรู้ คือการประเมินทางด้านความรู้ความเข้าใจของครูเกี่ยวกับหลักสูตร เนื้อหาวิชาเฉพาะด้าน ทักษะกระบวนการและเจตคติ 2) เกณฑ์การวัดผลการปฏิบัติงาน คือ การประเมินผลทางด้านปฏิบัติการสอน การใช้เทคนิควิธีสอน การใช้สื่อการสอน การใช้จิตวิทยาการเรียนการสอน และการประเมินผลการเรียนการสอน นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ศึกษารูปแบบในการพัฒนาสมรรถนะของครูจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจากในประเทศและงานวิจัยต่างประเทศ (ทิตินา แซมมณี, 2550; พงศ์ศักดิ์ จันทรสุรินทร์, 2543; Baxter; & Lederman, 1999: 158-159; The College Academic Council, 2004; Chicago Public School Education, 1995; Corcoran, T. ; & Goertz, M., 1995; Murphy, F.; & Timmins, F., 2009) พบว่า การประเมินสมรรถนะด้านการจัดการเรียนการสอนของครู ซึ่งประกอบด้วย 3 แนวคิด คือ การเรียนรู้ที่เน้นประสบการณ์เป็นฐาน (Experience based learning) การเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาความรู้เฉพาะด้าน (Specific Content Knowledge) และการเรียนรู้เน้นการพัฒนาสมรรถนะด้านการสอนรายบุคคล (Individual competency in teaching)

จากการสังเคราะห์งานวิจัยและเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ทำให้ผู้วิจัยได้กรอบแนวคิดสำคัญในการพัฒนาโปรแกรมพัฒนาครูแบบบูรณาการแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อสร้างทักษะการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 โรงเรียนโครงการกองทุนการศึกษา จังหวัดบุรีรัมย์ เพื่อสร้างความเชื่อมโยงถึงความสำคัญของการวิจัยเพื่อพัฒนาครูและประเมินสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ของครูตามแนวทางสะเต็มศึกษาต่อไป

#### 4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัย เรื่อง โปรแกรมพัฒนาครูแบบบูรณาการแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อสร้างทักษะการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 โรงเรียนโครงการกองทุนการศึกษา จังหวัดบุรีรัมย์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษา ค้นคว้า งานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่สำคัญดังนี้

นันทกา วารินิน (2557) ได้ศึกษารูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูสำหรับโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากำแพงเพชร เขต 2 โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครู เพื่อทดลองใช้รูปแบบและประเมินผลการใช้รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูสำหรับโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากำแพงเพชร เขต 2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ผู้บริหารสถานศึกษา และครูสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา เขต 2 จำนวน 322 คน ผู้เชี่ยวชาญในการสนทนากลุ่ม จำนวน 15 คน และครู

โรงเรียนอนุบาลทรายทอง จำนวน 15 คน เครื่องมือใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบบันทึกการสนทนากลุ่ม คู่มือการดำเนินการตามรูปแบบ และแบบสอบถามความพึงพอใจ ข้อมูลเชิงคุณภาพใช้วิธีการวิเคราะห์เนื้อหา ผลการวิจัย พบว่า รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น มีองค์ประกอบ 3 ส่วนคือ สมรรถนะการจัดการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย 5 ด้านคือ การสร้างและพัฒนาหลักสูตรความสามารถในเนื้อหา การสอน การจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ การใช้และพัฒนานวัตกรรมเทคโนโลยีสารสนเทศ และการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ หลักการของรูปแบบ มี 4 หลักการ คือ (1) สนองความต้องการของผู้รับการพัฒนา (2) การยืดหยุ่นของกระบวนการและวิธีการ (3) การมีส่วนร่วมของผู้รับการพัฒนา (4) ความแตกต่างระหว่างบุคคล กระบวนการพัฒนา มี 5 ขั้นตอน คือ (1) การสร้างความต้องการในการพัฒนา (2) วิเคราะห์ความต้องการในการพัฒนา (3) การออกแบบและวางแผนการพัฒนา (4) การดำเนินงานตามแผนพัฒนา (5) การประเมินการพัฒนา หลังการทดลองใช้รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ ครูมีสมรรถนะการจัดการเรียนรู้สูงขึ้น และมีความพึงพอใจต่อรูปแบบระดับมากที่สุด

ชรอยวรรณ ประเสริฐผลและคณะ (2556) ได้พัฒนารูปแบบการพัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ของครูใหม่โรงเรียนเอกชนประเภทสามัญศึกษา วัดฤประสงคในการวิจัยเพื่อพัฒนารูปแบบการพัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ของครูใหม่โรงเรียนเอกชนประเภทสามัญศึกษา วิธีดำเนินการวิจัยมี 3 ขั้นตอน คือ 1) การศึกษาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ของครูใหม่โรงเรียนเอกชนประเภทสามัญศึกษา 2) การสร้างรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ของครูใหม่โรงเรียนเอกชนประเภทสามัญศึกษา ผลการวิจัยพบว่า

1) ผลการศึกษาสมรรถนะและแนวทางการพัฒนาด้านการจัดการเรียนรู้ของครูใหม่โรงเรียนเอกชนประเภทสามัญศึกษา ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบได้แก่ องค์ประกอบที่ 1 วัดฤประสงค์การพัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ของครูใหม่โรงเรียนเอกชนประเภทสามัญศึกษา องค์ประกอบที่ 2 แนวทางการพัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ของครูใหม่โรงเรียนเอกชน ประเภทสามัญศึกษา องค์ประกอบที่ 3 สมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ของครูใหม่โรงเรียนเอกชนประเภทสามัญศึกษา องค์ประกอบที่ 4 หลักการในการพัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ของครูใหม่โรงเรียนเอกชนประเภทสามัญศึกษา และองค์ประกอบที่ 5 เงื่อนไขแห่งความสำเร็จในการพัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ของครูใหม่โรงเรียนเอกชนประเภทสามัญศึกษา

2) ผลการสร้างรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ของครูใหม่โรงเรียนเอกชนประเภทสามัญศึกษา พบว่า ผู้ทรงคุณวุฒิมีความเห็นสอดคล้องกันว่ารูปแบบการพัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ของครูใหม่โรงเรียนเอกชนประเภทสามัญศึกษาในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ระดับมาก ตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ พบว่า รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ของครูใหม่โรงเรียนเอกชน ประเภทสามัญศึกษา ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ คือ องค์ประกอบที่ 1 สมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ของครูใหม่โรงเรียนเอกชนประเภทสามัญศึกษา องค์ประกอบที่ 2 วิธีการพัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ของครูใหม่โรงเรียนเอกชนประเภทสามัญศึกษา องค์ประกอบที่ 3 เงื่อนไขแห่งความสำเร็จในการพัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ของครูใหม่โรงเรียนเอกชนประเภทสามัญศึกษา

ทิวัฒน์ มณีโชติ (2554) การพัฒนาสมรรถนะตัวชี้วัดและเครื่องมือด้านการจัดและการประเมินผล การศึกษาของครูระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน วัดฤประสงค์ในการศึกษาเพื่อสร้างและตรวจสอบสมรรถนะตัวชี้วัดสมรรถนะ และเครื่องมือวัดสมรรถนะด้านการวัดผลและประเมินผลการศึกษาของครูระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการวัดและการประเมินผลการศึกษา

30 คน ครูและบุคลากรทางการศึกษา 706 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบบันทึกการสัมภาษณ์ ผลการวิจัยพบว่า

1) สมรรถนะด้านการวัดและการประเมินผลการศึกษาของครูระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ประกอบด้วย สมรรถนะหลักและสมรรถนะเฉพาะด้านความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะ

2) การประเมินสมรรถนะและตัวชี้วัดด้านการประเมินผลของครูการศึกษาขั้นพื้นฐาน พบว่า

2.1 ผู้เชี่ยวชาญเห็นด้วยกับสมรรถนะและตัวชี้วัดที่พัฒนาขึ้นระดับมากที่สุด ส่วนผู้ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาขั้นพื้นฐานเห็นด้วยระดับมาก

2.2 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน พบว่า ตัวชี้วัดทั้งหมดวัดได้ตรงตามสมรรถนะที่พัฒนาขึ้นโดยสามารถอธิบายสมรรถนะด้านการวัดและประเมินผลการศึกษาของครูการศึกษาขั้นพื้นฐาน ได้ร้อยละ 77.86 มีความสัมพันธ์กับสมรรถนะตั้งแต่ .44 ถึง .84

3) การพัฒนาเครื่องมือวัดสมรรถนะด้านการวัดและประเมินผลการศึกษาของครูการศึกษาขั้นพื้นฐาน

3.1 เครื่องมือวัดความรู้และทักษะ เป็นแบบทดสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 90 ข้อ มีค่าความตรงเชิงโครงสร้าง .27-.99 ค่าความยาก .22-.78 ค่าอำนาจจำแนก .23-.96 และค่าความเที่ยง .99

3.2 เครื่องมือวัดคุณลักษณะ เป็นมาตราประมาณค่า 5 ระดับ มี 6 ลักษณะ ลักษณะละ 10 ข้อ รวม 60 ข้อ มีค่าความตรงเชิงโครงสร้าง .74-.99 ค่าอำนาจจำแนก .24-.86 และค่าความเที่ยง .97

พรทิพย์ ไชยโส (2556) การพัฒนานวัตกรรมการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมสมรรถนะด้านการประเมินการเรียนรู้ของนิสิตครู เพื่อการเรียนรู้ของผู้เรียน วัตถุประสงค์เพื่อพัฒนานวัตกรรมการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมสมรรถนะด้านการประเมินการเรียนรู้ของนิสิตครูเพื่อการเรียนรู้ของผู้เรียน ใช้วิธีการวิจัยแบบพัฒนาทดลอง มีขั้นตอนในการวิจัย ประกอบด้วย

1) การกำหนดสมรรถนะทางการประเมินการเรียนรู้ที่นิสิตครูควรได้รับการพัฒนา

2) ศึกษาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาสมรรถนะด้านการประเมินการเรียนรู้จากอาจารย์ผู้สอนในสถาบันผลิตครูที่สอนวิชาการวัดและประเมินทางการศึกษา

3) สร้างนวัตกรรมการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาสมรรถนะด้านการประเมินจากกรณีสังเคราะห์แนวทางปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนการสอน โดยจัดทำเป็นคู่มือการจัดการเรียนการสอนสำหรับอาจารย์ผู้สอน และเอกสารการเรียนรู้ฉบับนิสิต นำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิทางการประเมินตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา และความเหมาะสมของกิจกรรมที่จัด ผลการวิจัย พบว่า นวัตกรรมการจัดการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นเป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการคิด มีขั้นตอนในการจัดกิจกรรม 5 ขั้นตอนคือ ขั้นตอนกระตุ้นความสนใจ ขั้นการสืบเสาะหาคำตอบ ขั้นการสรุปผล ขั้นการขยายความรู้ และขั้นการประเมินผล เรียกชื่อว่า 3S2E Model นำเสนอ นวัตกรรมในลักษณะของเอกสารคู่มือสำหรับอาจารย์และเอกสารการเรียนรู้ของนิสิตครู โดยจัดลำดับโครงสร้างจัดเป็นหน่วยการเรียนรู้ 9 หน่วย ใช้เวลาในการสอนและทำกิจกรรมแต่ละหน่วยประมาณ 3 ชั่วโมง ผลการนำนวัตกรรมไปใช้พบว่านิสิตนักศึกษาศึกษามากกว่าร้อยละ 50 มีสมรรถนะด้านการประเมินอยู่ในระดับดีมาก และมีจำนวนนิสิตนักศึกษาศึกษามากกว่าร้อยละ 90 ที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ทั้งนี้ มีสมรรถนะด้านการประเมินที่นิสิตครูได้รับการพัฒนา 9 สมรรถนะ ประกอบด้วย

1) การกำหนดวัตถุประสงค์ในการประเมินและสิ่งที่ประเมิน

2) การให้ผลย้อนกลับกับผู้เรียน

3) การสร้างและการใช้เครื่องมือในการประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียน

- 4) การให้คะแนนและการแปลความหมายของคะแนน
- 5) การออกแบบการประเมินสภาพจริง
- 6) การตรวจสอบและวิเคราะห์คุณภาพเครื่องประเมิน
- 7) การให้ระดับคะแนนและรายงานผลการเรียนรู้ของผู้เรียน
- 8) การใช้ผลการประเมินเพื่อปรับปรุงการเรียนรู้ของผู้เรียนและการสอนของครู
- 9) การจัดทำโครงการในการออกแบบการประเมินการเรียนรู้

อาจารย์ที่ใช้นวัตกรรมที่พัฒนาขึ้นส่วนใหญ่มีความเห็นว่าคู่มือและกิจกรรมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก นิสิตนักศึกษาที่เรียนรายงานว่าได้เรียนรู้ตามบทที่เรียนและตระหนักว่าสมรรถนะด้านการประเมินเป็นสิ่งที่สำคัญสำหรับครูที่จะนำไปใช้ในการสอนเพื่อพัฒนาผู้เรียนต่อไป

สุมนธา จุลชาติ (2555) การพัฒนารูปแบบการพัฒนาวิชาชีพแบบร่วมมือโดยเน้นครูเป็นสำคัญ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ของครูประถมศึกษา วัตถุประสงค์ของการศึกษาเพื่อ 1) พัฒนารูปแบบการพัฒนาวิชาชีพแบบร่วมมือโดยเน้นครูเป็นสำคัญเพื่อส่งเสริมสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ของครูประถมศึกษา 2) เพื่อประเมินประสิทธิผลรูปแบบการพัฒนาวิชาชีพแบบร่วมมือโดยเน้นครูเป็นสำคัญ 3) ศึกษาความคิดเห็นของครูและผู้บริหารที่มีต่อรูปแบบการพัฒนาวิชาชีพแบบร่วมมือโดยเน้นครูเป็นสำคัญ และ 4) ศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ของครูที่ใช้รูปแบบการพัฒนาวิชาชีพแบบร่วมมือโดยเน้นครูเป็นสำคัญ ดำเนินการวิจัยด้วยการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) และประยุกต์ใช้การวิจัยแบบผสมผสาน (Mixed Methods Research) ผลการวิจัยพบว่า

1) รูปแบบการพัฒนาวิชาชีพแบบร่วมมือ เอเอสทีพีซีอี (ASTPPCE Model) ซึ่งประกอบไปด้วย หลักการ วัตถุประสงค์ ปัจจัยสนับสนุน มีกระบวนการพัฒนาวิชาชีพ 7 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 A = Analyzing Problem การร่วมมือกันวิเคราะห์ปัญหา ความต้องการจำเป็น ระยะที่ 2 S = Setting Objectives for the Improvement การร่วมมือกันกำหนดวัตถุประสงค์เพื่อการพัฒนา ระยะที่ 3 T = Training and Selecting Professional Development การร่วมมือกันเลือกวิธีการพัฒนาวิชาชีพ ระยะที่ 4 P = Planning the Action plan การร่วมมือกันวางแผนปฏิบัติการ ระยะที่ 5 P = Practice for Professional Development การร่วมมือกันปฏิบัติการพัฒนาวิชาชีพการร่วมกัน ซึ่งประกอบด้วย 1) การทบทวนแผนการปฏิบัติ (Review of Action Plan) 2) การสังเกต (Observation) 3) การวิเคราะห์ข้อมูล (Analysis of Data) และ 4) การสะท้อนความคิดและให้ข้อมูลย้อนกลับ (Reflection and Feedback) ระยะที่ 6 C = Collaborating Reflective Discussions การร่วมมือกันไตร่ตรองสะท้อนความคิดและอภิปราย และระยะที่ 7 E = Evaluating the Professional development result การร่วมมือกันประเมินผลการพัฒนาวิชาชีพ

2) ผลการทดลองพบารูปแบบการพัฒนาวิชาชีพ เอเอสทีพีซีอี (ASTPPCE model) มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล คือ ก่อนและหลังการทดลอง ครูมีสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์หลังการใช้รูปแบบสูงกว่าก่อนการใช้รูปแบบอย่างน้อยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการศึกษาความคิดเห็นของครูพบว่าโดยภาพรวมครูเห็นว่ารูปแบบการพัฒนาวิชาชีพส่งเสริมการพัฒนาวิชาชีพและผู้เรียนมีผลการเรียนรู้และทักษะการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีระดับในสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 รวมทั้งนักเรียนประถมศึกษาที่มีความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ของครูอยู่ในระดับเห็นด้วยมาก

พลศักดิ์ แสงพรมศรี และคณะ (2558) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นสูง และเจตคติต่อการเรียนเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นสูง และเจตคติต่อการเรียนเคมี หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นสูง และเจตคติต่อการเรียนเคมี สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จำรัส อินทลาภาพร และคณะ (จำรัส อินทลาภาพร, มารุต พัฒนาผล, วิชัย วงษ์ใหญ่ และศรีสมร พุ่มสะอาด. 2558) ได้ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับผู้เรียนระดับประถมศึกษา โดยจัดประชุมสนทนากลุ่ม (Focus Group Discussion) เพื่อสังเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้และการประเมินผลตามแนวสะเต็มศึกษา ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านสะเต็มศึกษา จำนวน 2 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตร จำนวน 1 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้และการวัดและประเมินผลตามแนวสะเต็มศึกษา จำนวน 2 คน ผลการวิจัย พบว่าในการจัดการเรียนรู้และการประเมินผลตามแนวสะเต็มศึกษา ผู้สอนควรปฏิบัติดังนี้ คือ 1) ศึกษาสาระสำคัญของสาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ การงานอาชีพและเทคโนโลยีและกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมในลักษณะของการบูรณาการ 2) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยตนเองก่อนที่จะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน 3) จัดการเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning) 4) จัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-based Learning) 5) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน 6) วัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง (Authentic Assessment) ซึ่งแนวทางในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาดังกล่าวเป็นการจัดการเรียนรู้ตามสภาพจริง (Authentic learning)

ฮานและคณะ (Han, S., Capraro, R. & Capraro, M. M. 2014) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานว่าผลต่อนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไร โดยตลอดระยะเวลาการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ โรงเรียนแต่ละแห่งมีการใช้ STEM PBL มาก่อนหน้าแล้ว และมีการปรับปรุงทุกๆ 6 เดือน เป็น เวลา 3 ปี ส่วนครูผู้สอนก็ได้เข้าร่วม เพื่อรับการพัฒนาศูครมืออาชีพทางด้าน STEM อีกด้วย

คอร์บีท คีททอล และคณะ (Corbett, Krystal.; et al. 2013) ได้นำเสนอการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ STEM EDA (STEM Explore, Discover, Apply) ในกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม สำหรับนักเรียนที่เรียน STEM ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยคือ นักเรียนในระดับ grade 6 (Explore) ระดับ grade 7 (Discover) ระดับ grade 8 (Apply) ซึ่งใช้เวลาในการเรียนแต่ละเรื่อง 3 ซึ่งผลจากการวิจัยพบว่าการใช้ Engineering Design Process โดยใช้ STEM EDA ทำให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้และแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ

โดว์เวย์ (Dowey, A. L. 2013) ที่ได้ศึกษาเจตคติ ความสนใจและการรับรู้ความสามารถของ ตนเองต่อวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้กลุ่ม ตัวอย่างเป็นนักเรียนที่เรียนในหลักสูตร STEM พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการ เรียนรู้ในหลักสูตร STEM มีเจตคติและ ความสนใจต่อวิชาวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

ทเส็ง ชาง หลุยส์ และเฉิน (Tseng, K., Chang, C., Lou, S. & Chen, W. 2011) ได้ศึกษาเจตคติต่อการบูรณาการ วิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ (STEM) ในการเรียนรู้ แบบโครงงานมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาเจตคติก่อนและ หลังจาได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบใช้โครงงานเป็นฐานที่

บูรณาการ STEM กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยนี้คือ ผู้ที่เริ่มทำงานใหม่ในสถาบันเทคโนโลยีในได้หวัน จำนวน 5 แห่ง รวม 30 คน ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ด้วยโครงการเป็นฐานมีเจตคติต่อวิศวกรรมเปลี่ยนไปอย่างมีนัยสำคัญ จากการสัมภาษณ์ เกือบทั้งหมดแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของ STEM คือ ความรู้ ทักษะและประสบการณ์ทางด้าน STEM จะเป็นประโยชน์ในการประกอบอาชีพในอนาคต สามารถนำมาใช้เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้จริง สามารถสร้างสิ่งอำนวยความสะดวกเพิ่มมากขึ้น สามารถแสดงให้เห็นถึงความหมายของการเรียนรู้และอยากที่จะเรียนรู้เพิ่มขึ้น และส่งผลต่อเจตคติในการประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องกับ STEM ในอนาคตเพิ่มขึ้น

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า ปัญหาด้านครูและบุคลากรทางการศึกษาที่มีภาระงานสอนหลายวิชาในชั้นเรียนเดียวกัน ที่มีการจัดการเรียนการสอนโดยบูรณาการการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาเพื่อแก้ปัญหาด้านการจัดการเรียนรู้ของผู้เรียนยังไม่พบงานวิจัยในลักษณะดังกล่าว ดังนั้นเพื่อเป็นแนวทางในการยกระดับคุณภาพการเรียนรู้และเสริมสร้างทักษะการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ให้เกิดขึ้นกับครูโรงเรียนโครงการกองทุนการศึกษา ซึ่งอยู่ในขอบข่ายในการส่งเสริมและพัฒนาโรงเรียนของมหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ โดยมุ่งเน้นให้ครูสามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อสร้างทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 โดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาได้